

iAP20 Rec'd PCT/PTO 14 JUN 2006

明 細 書

気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それを用いて実現されるエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

背景技術

- [0002] シリコン単結晶基板(以下、単に「基板」と略称する)の主表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜(以下、単に「薄膜」と略称する)を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、バイポーラICやMOS-IC等の電子デバイスに広く使用されている。そして、電子デバイスの微細化等に伴い、素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求がますます厳しくなりつつある。フラットネスに影響を及ぼす因子としては、基板の平坦度と薄膜の膜厚分布とがある。ところで、近年、たとえば直径が200mmないしそれ以上のエピタキシャルウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをバッチ処理する方法に代えて、枚葉式気相成長装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に1枚の基板を水平に回転保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを略水平かつ一方向に供給しながら薄膜を気相成長させるものである。
- [0003] 上記のような枚葉式気相成長装置において、形成される薄膜の膜厚均一化を図る上で重要な因子として、反応容器内における原料ガスの流量あるいは流通経路がある。枚葉式気相成長装置においては、通常、ガス供給管を介して反応容器の一端部に形成されたガス導入口から原料ガスが供給され、基板表面に沿って原料ガスが流れた後、容器他端側の排出口から排出される構造となっている。このような構造の気相成長装置において、流量ムラを減ずるために、ガス導入口の下流側に多数の孔を形成した分散板を設けたり、あるいはガス流を幅方向に仕切る仕切板を設けたりした装置が提案されている。
- [0004] また、特開平7-193015号公報には、ガス導入口からの原料ガスを、基板を支持

するサセプタの周囲に配置された堤部材の外周面に向けて流し、堤部材を乗り越えさせる形で基板の表面に原料ガスを供給する装置の構成が開示されている。この方法の主旨は、原料ガス流を堤部材の外周面に当てることで原料ガスを分散させ、流量のムラを解消しようというものである。また、上記のような気相成長装置において、原料ガスがよりスムーズにサセプタに向かって流れるように、堤部材に改良を加えることも提案されている(特開2002-231641号公報)。さらには、上記のような気相成長装置において、あえてサセプタの左右で原料ガスの流れを異ならせる改良を加えることも提案されている(特開2002-198316号公報)。

[0005] ところで、シリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させる際の代表的な問題として、パターン変形がある。パターン変形に影響する要因としてはいくつかあるが、一般には、反応容器内の圧力を下げて基板表面で生成したHClガスの拡散係数を大きくし、HClガスによるエッチング作用を低下させれば、パターン変形量を小さくできることが知られている。こうした理由から、パターンの形成されたシリコン単結晶基板上への気相エピタキシャル成長には、減圧条件が相応しい。

[0006] ところが、上記特開平7-193015号公報に記載されているような装置を用い、減圧下でエピタキシャル成長を行うと、所期の膜厚分布を得ることが困難な場合がある。

[0007] 本発明の課題は、良好な膜厚分布を確保するために、シリコン単結晶基板上に流れる原料ガスの流通経路を制御することができる気相成長装置と、それを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法とを提供することにある。

特許文献1:特開平7-193015号公報

特許文献2:特開2002-231641号公報

特許文献3:特開2002-198316号公報

発明の開示

[0008] 上記の課題を解決するために本発明は、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスがガス導入口から反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持されるシリコン単結晶基板

の主表面に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成され、内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上にシリコン単結晶基板が配置される一方、サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と略一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、ガス導入口は堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの原料ガスが、堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、サセプタ上のシリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、反応容器の第一端部からサセプタの回転軸線と直交して第二端部に至る原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、サセプタの回転軸線と、水平基準線との双方に直交する方向を幅方向としたとき、原料ガスの幅方向の流れを仕切る誘導部を、堤部材の上面の上に設けたことを主要な特徴とする。

[0009] 上記本発明の気相成長装置には、堤部材の上面の上に原料ガスの誘導部が設けられている。したがって、堤部材の上面に乗り上げた原料ガスは、当該誘導部により幅方向の流れを大きく制限される。このように、サセプタに向う原料ガスの幅方向の流れを堤部材の上面上で仕切ることにより、堤部材のすぐ下流側に載置される基板上に流れる原料ガスの幅方向の流通経路を制御することができるので、より均一な膜厚分布のシリコン単結晶薄膜を得ることが可能となる。

[0010] 好適な態様において、上記誘導部は、原料ガスが水平基準線に接近することを妨げるように構成される。堤部材は、円盤状のサセプタを取り囲むように円筒状に形成されているため、該堤部材の外周面に当たって上面に乗り上げた原料ガスは、基板の中心方向、すなわち水平基準線に寄りながら流れる傾向がある。したがって、本発明の誘導部により、原料ガスが水平基準線に寄ってくることを阻止ないし抑制すれば、原料ガスの流通経路の改善を図れる。

[0011] より具体的には、誘導部は、原料ガスの流れを水平基準線から近い側と、遠い側とに分ける誘導板により構成することができる。このような誘導板の、配置形態(配置位置、配置向き、配置数、誘導板の厚さ等)の調整により、比較的簡単に、原料ガスの流れ方向を制御する効果が最も高くなるように最適化を行える。

[0012] また、誘導板は、該誘導板の板面がサセプタの回転軸線および水平基準線と平行

になるように配置されていることが望ましい。このように、原料ガスの流れ方向に無理に逆らわないように誘導板を配置すれば、ガス流に乱れが生じ難いので、堤部材の上面に乗り上げた原料ガスの流通経路を均一化し易い。

[0013] また、ガス導入口からの原料ガスを堤部材の外周面に向けて導くガス案内部材が、幅方向において水平基準線に関して左右に振り分けた形にてガス導入口と堤部材との間に配置され、ガス案内部材の内側に形成されたガス案内空間の各々に、原料ガスの流れを幅方向にて仕切るガス案内部材側仕切板が設けられており、堤部材の外周面には、水平基準線に対し左右対称に振り分けた形にて、原料ガスの流れを幅方向における複数個所に仕切る堤部材側仕切板が配置されていることが望ましい。このような構成によれば、堤部材よりも上流側を流れる原料ガスと、堤部材に乗り上げようとする原料ガスとについても幅方向の流れを制御できるようになるため、堤部材の上面の上に配置する誘導板との相乗作用を期待できる。

[0014] 具体的には、誘導板が、幅方向における堤部材側仕切板およびガス案内部材側仕切板の配置位置よりも外側に配置されている形態を例示できる。幅方向における外側領域を流れる原料ガスほど、流れ方向を基板の中心方向、すなわち、水平基準線寄りに大きく変化させながらサセプタに到達する傾向が大きい。そのため、本発明の誘導板を外側領域に形成することにより、効率的に流通経路を均一化することができる。

[0015] より好ましくは、誘導板は、堤部材側仕切板およびガス案内部材側仕切板と同一面内に配置された第1誘導板と、幅方向における第1誘導板の配置位置よりも外側に配置された第2誘導板とを含んで構成することができる。この構成によれば、より確実に原料ガスの幅方向の流れを制御することができる。

[0016] また、本発明にかかる気相成長装置には、反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保持する排気系を設けることができる。この構成によれば、パターンの形成された基板上に気相成長する際に、パターン変形量を小さくすることができる減圧条件下でのエピタキシャル成長が可能である。

[0017] また、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、以上に説明した気相成長装置の反応容器内にシリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に原料ガスを流通さ

せてシリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とする。

- [0018] また、気相エピタキシャル成長の原料ガスとして、モノクロロシランガス、ジクロロシランガスおよびトリクロロシランガスのグループから選択される1種のものを使用し、以上に説明した気相成長装置の反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保ちつつ、シリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることができる。
- [0019] なお、堤部材の上面は、サセプタの上面と略一致する位置関係であるとしているが、これは堤部材の上面とサセプタの上面とが完全に一致することを必ずしも意味するのではなく、2mm程度までの位置の違いは一致しているとみなす。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図1は、本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。
- [図2]図2は、本発明の気相成長装置の要部を拡大した断面図。
- [図3]図3は、本発明の気相成長装置の平面図。
- [図4]図4は、本発明の気相成長装置の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図。
- [図5]図5は、誘導板の配置形態の別例を示す断面図。
- [図6]図6は、誘導板の別形態の斜視図。
- [図7]図7は、本発明の気相成長装置における原料ガスの流れを説明する模式図。
- [図8]図8は、従来の気相成長装置における原料ガスの流れを説明する模式図。
- [図9]図9は、堤部材の上面上での原料ガスの流れ方を説明する概念図。
- [図10A]図10Aは、計算機シミュレーションから得られた本発明の気相成長装置における原料ガスの流通経路分布図。
- [図10B]図10Bは、計算機シミュレーションから得られた従来の気相成長装置における原料ガスの流通経路分布図。
- [図11A]図11Aは、計算機シミュレーションから得られた本発明の気相成長装置における成長速度分布を示す等高線図。
- [図11B]図11Bは、計算機シミュレーションから得られた従来の気相成長装置における成長速度分布を示す等高線図。

発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、本発明を実施するための最良の形態を、添付の図面に基づき説明する。

図1〜図4は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる、本発明の気相成長装置1の一例を模式的に示すものである。図1はその側面断面図、図2は図1の原料ガス導入部付近の拡大図、図3は図1の気相成長装置1の平面図、図4は、図1の気相成長装置1の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図である。この気相成長装置1は、図1に示すように、水平方向における第一端部31側にガス導入口21が形成され、同じく第二端部32側にガス排出口36が形成された反応容器2を有する。薄膜形成のための原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器2内に導入され、該反応容器2の内部空間5にて略水平に回転保持される基板Wの主表面に沿う方向に沿って流れた後、ガス排出口36から排気管7を経て排出されるように構成されている。排気管7は、減圧ポンプRP(図3)とともに気相成長装置1の排気系を構成している。

[0022] 図1に示すように、反応容器2の内部空間5には、垂直な回転軸線Oの周りにモータ13により回転駆動される円盤状のサセプタ12が配置され、その上面に形成された浅い座ぐり12b内に、シリコンエピタキシャルウェーハを製造するための基板Wが1枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置1は枚葉式として構成されている。基板Wは、たとえば直径が100mmあるいはそれ以上のものである。また、基板Wの配置領域に対応して反応容器2の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ11が所定間隔にて配置されている。

[0023] 反応容器2の内部空間5内には、図3に示すようにサセプタ12を取り囲むように堤部材23が配置されている。図2に示すように、堤部材23は、その上面23aがサセプタ12の上面12a(ひいては基板Wの主表面)と略一致する位置関係にて配置される。図1に示すように、ガス導入口21は、堤部材23の外周面23bに対向する形にて開口しており、該ガス導入口21からの原料ガスGは、図2あるいは図4に示すように、堤部材23の外周面23bに当たって上面23a側に乗り上げた後、サセプタ12上の基板Wの主表面に沿って流れるようになっている。本実施形態では、堤部材23の外周面23bは、サセプタ12の形状に対応した円筒面状とされている。なお、堤部材23の内周

縁に沿って、板状に形成された均熱用の予熱リング22が配置され、その内側に配置されるサセプタ12の上面12aが、該予熱リング22の上面22a(図2参照)と略同一面となっている。また、内部空間5内には、堤部材23に対向する位置に、堤部材23とほぼ同径の上部内張り部材4が配置されている。堤部材23および上部内張り部材4は、ともに石英材料から作製されたリング状の部品である。

[0024] 図1に示すように、気相成長装置1においては、反応容器2の第一端部31からサセプタ12の回転軸線Oと直交して第二端部32に至る原料ガスGの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線HSLとする。そして、水平基準線HSLとサセプタ12の回転軸線Oとの双方に直交する方向を幅方向WL(図3)とする。

[0025] 次に、図3および図4に示すように、堤部材23の上面23aには、誘導板40R, 40L, 41R, 41Lが配置されている。誘導板40R, 40L, 41R, 41Lは、原料ガスGの幅方向WLの流れを仕切るように構成されている。各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lは、堤部材23の上面23a上に載置された石英部材であり、堤部材23の上面23aと外周面23bとの境界から、堤部材23と予熱リング22との境界に渡って設けられている。

[0026] 本実施形態において、各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lは、上端が上部内張り部材4の下面4a(図2参照)にまで延びて接するように寸法調整されている。そのため、各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lの外側から内側(あるいはその逆)への原料ガスGの幅方向WLの流通は遮断されている。ただし、微調整のために、各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lの上端と、上部内張り部材4の下面4aとの間に、若干の隙間を形成することも可能である。また、各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lは、堤部材23の上面23aに形成された溝に、着脱可能に嵌め込むようにして位置を固定することができる。このようにすれば、誘導板の増減も容易である。

[0027] また、上部内張り部材4側に誘導板を固定することも可能である。すなわち、図5に示すように、上部内張り部材4の下面4aから堤部材23の上面23aに向かって真下に延びる形態にて、誘導板43を設けることができる。このような誘導板43と堤部材23との間に若干の隙間SHが形成されるように、誘導板43の寸法調整を行ってもよい。

[0028] 各誘導板40R, 40L, 41R, 41Lは、堤部材23の上面23aにおける原料ガスGの流れを水平基準線HSLから近い側と、遠い側とに分けるように配置されている。図3

および図4に示す実施形態では、誘導板40Rと40L、誘導板41R、41Lは、それぞれ水平基準線HSLに関して左右対称な組として設けられている。また、これらの誘導板40R、40L、41R、41Lは、その板面がサセプタ12の回転軸線Oおよび水平基準線HSLと平行になるように配置されている。

[0029] また、図3に示すように、ガス導入口21A、21Bからの原料ガスGを堤部材23の外周面23bに向けて導くガス案内部材24R、24Lが、水平基準線HSLの左右(具体的には反応容器2の支柱33の左右)に振り分けた形にてガス導入口21(21A、21B)と堤部材23との間に配置されている。ガス案内部材24R、24Lの内部に形成されたガス案内空間240、240(図4)の各々に、原料ガスGの流れを幅方向WLにさらに仕切るガス案内部材側仕切板34R、34Lが設けられている。これにより、ガス案内空間240、240は、水平基準線HSL寄りのガス案内空間24T、24Tと、水平基準線HSLから遠い側のガス案内空間24S、24Sとに分断される。

[0030] 一方、図3に示すように、堤部材23の外周面23bには、水平基準線HSLに対し左右対称に振り分けた形にて、原料ガスGの流れを幅方向WLにおける複数個所にて仕切る堤部材側仕切板35R、35Lが配置されている。原料ガスGは、堤部材23の上面23aに乗り上げる際に幅方向WLに逃げやすい。そこで、前述したガス案内部材側仕切板34R、34Lとともに、堤部材側仕切板35R、35Lを設けることにより、原料ガスGの幅方向WLの流れを制御している。本実施形態では、堤部材側仕切板35R、35Lは、水平基準線HSLを挟んで左右に各々1箇所ずつ配置されている。そして、ガス案内部材側仕切板34R、34Lと堤部材側仕切板35R、35Lとがそれぞれ、水平基準線HSLおよび回転軸線Oに平行な同一平面内に配置された形となっている。

[0031] また、図3に示すように、ガス案内部材24R、24Lの各々に対応してガス導入口21A、21Bが形成されている。ガス配管50は、水平基準線HSL寄りのガス案内空間24T(図4)にガスを供給する内側配管53と、水平基準線HSLから遠い側のガス案内空間24S(図4)にガスを供給する外側配管51とに分岐し、各々原料ガスGの流量を、マスフローコントローラ(MFC)54、52により独立に制御できるようにしている。ここで、MFC54、52の替りに手動バルブを使用してもよい。また、内側配管53および外側配管51は、それぞれ分岐配管56、56および分岐配管55、55にさらに分れ、水平基

準線HSLに対して両側にそれぞれ内側ガス導入口21A, 21Aおよび外側ガス導入口21B, 21Bを開口している。

[0032] 図4に示すように、ガス案内部材24R, 24Lは、ガス導入口21側と堤部材23側とにそれぞれ開口する横長状断面を有する石英製の筒状部品である。ガス案内部材側仕切板34R, 34Lは、互いに略平行に配置された上面板24aと下面板24bとにまたがる形で、ガス案内部材24R, 24Lの各内部に配置されている。ガス案内部材側仕切板34R, 34Lが一体化されたガス案内部材24R, 24Lを、反応容器2に対して着脱可能に配置することで、たとえばガス案内部材側仕切板34R, 34Lの位置を変更したい場合には、ガス案内部材24R, 24Lの交換により簡単に対応することができる。

[0033] 図3および図4から分かるように、堤部材側仕切板35Rおよびガス案内部材側仕切板34Rは、水平基準線HSLとサセプタ12の回転軸線Oとの双方に平行な同一面内に配置され、その面よりも水平基準線HSLから遠い位置、すなわち幅方向WLにおける外側に、誘導板41Rが配置されている。同様に、堤部材側仕切板35Lおよびガス案内部材側仕切板34Lは、水平基準線HSLとサセプタ12の回転軸線Oとの双方に平行な同一面内に配置され、その面よりも水平基準線HSLから遠い位置に、誘導板41Lが配置されている。また、本実施形態においては、1組の誘導板40R, 40Lのうち、一方の誘導板40Rは、堤部材側仕切板35Rおよびガス案内部材側仕切板34Rと同一面内に配置され、同様に他方の誘導板40Lは、堤部材側仕切板35Lおよびガス案内部材側仕切板34Lと同一面内に配置されている。この時、他の組の誘導板41R, 41Lは、上記誘導板40R, 40Lよりも幅方向WLにおける外側に配置されることになる。このような配置形態は、原料ガスGの幅方向WLの流れを制御するのに適している。

[0034] なお、堤部材側仕切板35R, 35Lを、誘導板40R, 40Lと一体に作製してもよい。具体的には、図6に示すように堤部材23と上部内張り部材4とにより形成されるガス通路60(図2参照)に一致するクランク形状を有する誘導板42を例示することができる。

[0035] また、図4に示すように、堤部材23には、上面23aの外周縁部をガス案内部材24R

、24Lとの対向区間において凹状に切り欠くことにより弓形の切欠部23kが形成されている。図1に示すように、反応容器2は、下部容器2bと上部容器2aとからなり、上部内張り部材4は上部容器2a、堤部材23は下部容器2bの内周面に沿って配置されている。図2に示すように、切欠部23kの底面23cは、ガス案内部材24R、24Lの下面板24bの内面の延長に略一致する形となっており、ガス案内面の役割を果たす。そして、原料ガスGは切欠部23kの側面(堤部材23の外周面)23bに当たって上面23aに乗り上げる。なお、上部内張り部材4は、堤部材23の上面23aに対向する第一面4aと、切欠部23kの側面23bに対向する第二面4bと、同じく底面23cに対向する第三面4cとに基づく段部4dを有し、切欠部23kとの間にクランク状の断面を有するガス通路60を形成している。図4に示すように、堤部材側仕切板35R、35Lは、ガス通路60に対応したL字状に形成されている。

[0036] また、図3に示すように、ガス導入口21A、21Bとガス案内部材24R、24Lとの間には、バッフル26が配置されている。図4に示すように、バッフル26は、ガス案内部材24R、24Lの開口部に対応して横長に形成されており、長手方向に沿って所定の間隔で複数のガス流通孔26aが形成されている。また、図3に示すように、堤部材23とガス排出口36との間には、排出側ガス案内部材25が配置される。

[0037] 以下、上記気相成長装置1を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法について説明する。図1から図4に示すように、反応容器2内のサセプタ12上に基板Wを配置し、必要に応じ自然酸化膜除去等の前処理を行った後、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱する。その状態で、反応容器2内に各ガス導入口21A、21Bから原料ガスGを所定の流速にて流通させて、基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることにより、エピタキシャルウェーハを得る。

[0038] 原料ガスGは、上記の基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガスGには、ドーパントガスとしての B_2H_6 あるいは PH_3 や、希釈ガスとしての H_2 等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って自然酸化膜除去処理を行う際には、HCl等の腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器

2内に供給するか、または、 H_2 雰囲気中で高温熱処理を施す。

[0039] 反応容器2内に原料ガスGを流通させるときの作用について説明する。図3の平面図中に矢印付き一点鎖線で示すように、原料ガスGは、バッフル26、ガス案内部材24R、24Lを通り、堤部材23の外周面23bに向かって流れる。外周面23bに当たった原料ガスGは、堤部材23の上面23aに乗り上げて、基板Wの主表面に沿って流れる。そして、排出側ガス案内部材25によって排気ガスEGが排気管7に集められ、排出される。

[0040] 図8に、誘導板40R、40L、41R、41Lを有していない従来の気相成長装置の場合を示す。本発明の気相成長装置1との対応部分は、ゼロを追加した符号で表している。従来の気相成長装置で、原料ガスGは基板の中心に向かって水平基準線HSLに寄りながら、予熱リング220を経てサセプタ120上に進んでくる。なぜなら、堤部材230と上部内張り部材400とにより形成されるガス通路(図2の本発明の符号60に相当)を通過する際、原料ガスGは、なるべく抵抗が小さくなる方向に流れようとするからである。堤部材230はリング状の形態を有するため、図9の模式図に示すように、原料ガスGが堤部材230の上面230aを横切るときの直進距離d2は、基板の中心方向の最短距離d1よりも大である。つまり、最短距離d1で堤部材230の上面230a上を通過すれば、サセプタに向う原料ガスGが受ける抵抗は最も小さくなる。また、堤部材230および上部内張り部材400はリング状の形態を有するため、直進距離d2は水平基準線HSLから離れるほど大きい。したがって、水平基準線HSLから離れた位置、すなわち幅方向WLの外側を流れる原料ガスGほど、堤部材230の上面230a上での流れ方向が基板の中心に向かって大きく変化する。

[0041] 原料ガスGの流速がそれほど大きくない場合には、堤部材230を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むものの、気流が集まる水平基準線HSL付近の圧力が高まるため、気流はすぐに下流方向に向きを変える。このため、原料ガスGの流速がそれほど大きくない場合には、原料ガスGが堤部材230を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むことは大きな問題にならない。しかし、原料ガスGの流速が大きい場合には、ガスの運動量が大きいので気流が集まる水平基準線HSL付近の圧力が十分高まる位置まで、気流は下流方向に向きを変えない。つまり、基板の中心に

向かって進む距離が長い。このため、原料ガスGの流速が大きい場合には、原料ガスGが堤部材230を越えた後、いったん基板の中心に向かって進む影響が大きくなる。

[0042] 反応容器内の圧力を大気圧よりも低くした状態でのシリコン単結晶薄膜のエピタキシャル成長(いわゆる減圧エピタキシャル成長)では、反応容器内を流れる原料ガスGの流速は、常圧エピタキシャル成長に比べて数倍速い。したがって、特に減圧エピタキシャル成長では、原料ガスGが堤部材230を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むことを無視できなくなる。

[0043] これに対し、本発明にかかる気相成長装置1においては、堤部材23の上面23aの上に、原料ガスGの流れを幅方向に仕切る誘導板40R, 40L, 41R, 41Lが配置されている。そのため、図7に示すように、原料ガスGは、堤部材23に乗り上げた後も幅方向WLの流れを制御され、比較的まっすぐサセプタ12上に流れていく。これにより、基板W上での均一な流通経路が確保される。

実験例

[0044] (計算機による模擬実験)

図1から図4に示す気相成長装置1における原料ガスの流通経路を、計算機シミュレーションにより求めた。また、これと比較するために、誘導板40R, 40L, 41R, 41Lを有さない従来の気相成長装置での原料ガスの流通経路も求めた。さらに、図1から図4に示す気相成長装置1で、シリコン単結晶基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させる場合の、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布についても、計算機シミュレーションにより見積もった。また、これと比較するために、誘導板40R, 40L, 41R, 41Lを有さない従来の気相成長装置で、シリコン単結晶薄膜をシリコン単結晶基板W上に気相エピタキシャル成長させる場合の、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布を併せて見積もった。設定条件等は、以下に記す通りである。

[0045] ソフトウェア:Fluent Ver 6. 0(フルーエント・アジアパシフィック社製)

(寸法)

・反応容器直径=300mm

・反応容器高さ(サセプタ12から反応容器2の上面内側までの距離)=20mm

- ・堤部材高さ(切欠き部23kの底面23cから堤部材23の上面23aまでの高さ) = 16m
m

- ・シリコン単結晶基板直径 = 200mm

(成長温度)

- ・シリコン単結晶基板…1400K

- ・反応容器上面…700K

(反応容器内圧力)

- ・10000Pa

(原料ガス)

- ・トリクロロシラン…1. 5mol%

- ・水素…98. 5mol%

(原料ガス流量)

- ・内側案内路…13. 5リットル／分(標準状態)

- ・外側案内路…13. 5リットル／分(標準状態)

[0046] 図10A、図10Bは、計算機シミュレーションから得られた原料ガスGの流通経路図、図11A、図11Bは、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布を示す等高線図である。図10Aおよび図11Aが本発明の気相成長装置1の場合、図10Bおよび図11Bが従来の気相成長装置の場合である。

[0047] まず、図10Aに示すように、誘導板40R、40L、41R、41Lを有する本発明の気相成長装置1では、原料ガスが基板の中央(水平基準線)に寄ってくる傾向が小さい。他方、図10Bに示すように、誘導板40R、40L、41R、41Lを有さない従来の気相成長装置では、原料ガスGは、堤部材23の上面23aで流れる向きを大きく変化させている。

[0048] 次に、図11A、図11Bに示す成長速度分布を示す等高線図についてであるが、シリコン単結晶基板Wは回転しないと仮定しているので、図中下流側に進むほど、成長速度が遅い等高線を示している。従来の気相成長装置の場合、等高線が大きく波打っているのに対し、本発明の気相成長装置1の場合、等高線は小さい波打ちを繰り返す結果となった。

請求の範囲

- [1] シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、
- 水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から前記反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持される前記シリコン単結晶基板の前記主表面に沿って前記原料ガスが流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成され、前記内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記シリコン単結晶基板が配置される一方、前記サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と略一致する位置関係にて堤部材が配置され、
- さらに、前記ガス導入口は前記堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの前記原料ガスが、前記堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、前記サセプタ上の前記シリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、
- 前記反応容器の前記第一端部から前記サセプタの回転軸線と直交して前記第二端部に至る前記原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、前記サセプタの回転軸線と、前記水平基準線との双方に直交する方向を幅方向としたとき、
- 前記原料ガスの前記幅方向の流れを仕切る誘導部を、前記堤部材の上面の上に設けたことを特徴とする気相成長装置。
- [2] 前記誘導部は、前記原料ガスが前記水平基準線に接近することを妨げるように構成されていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の気相成長装置。
- [3] 前記誘導部は、前記原料ガスの流れを前記水平基準線から近い側と、遠い側とに分ける誘導板であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項に記載の気相成長装置。
- [4] 前記誘導板は、該誘導板の板面が前記サセプタの回転軸線および前記水平基準線と平行になるように配置されていることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の気

相成長装置。

- [5] 前記ガス導入口からの前記原料ガスを前記堤部材の外周面に向けて導くガス案内部材が、前記幅方向において前記水平基準線に関して左右に振り分けた形にて前記ガス導入口と前記堤部材との間に配置され、前記ガス案内部材の内側に形成されたガス案内空間の各々に、前記原料ガスの流れを前記幅方向にて仕切るガス案内部材側仕切板が設けられており、

前記堤部材の外周面には、前記水平基準線に対し左右対称に振り分けた形にて、前記原料ガスの流れを前記幅方向における複数個所に仕切る堤部材側仕切板が配置されていることを特徴とする請求の範囲第3項または第4項に記載の気相成長装置。

- [6] 前記誘導板が、前記幅方向における前記堤部材側仕切板および前記ガス案内部材側仕切板の配置位置よりも外側に配置されていることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の気相成長装置。

- [7] 前記誘導板は、前記堤部材側仕切板および前記ガス案内部材側仕切板と同一面内に配置された第1誘導板と、前記幅方向における前記第1誘導板の配置位置よりも外側に配置された第2誘導板とを含んで構成されていることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の気相成長装置。

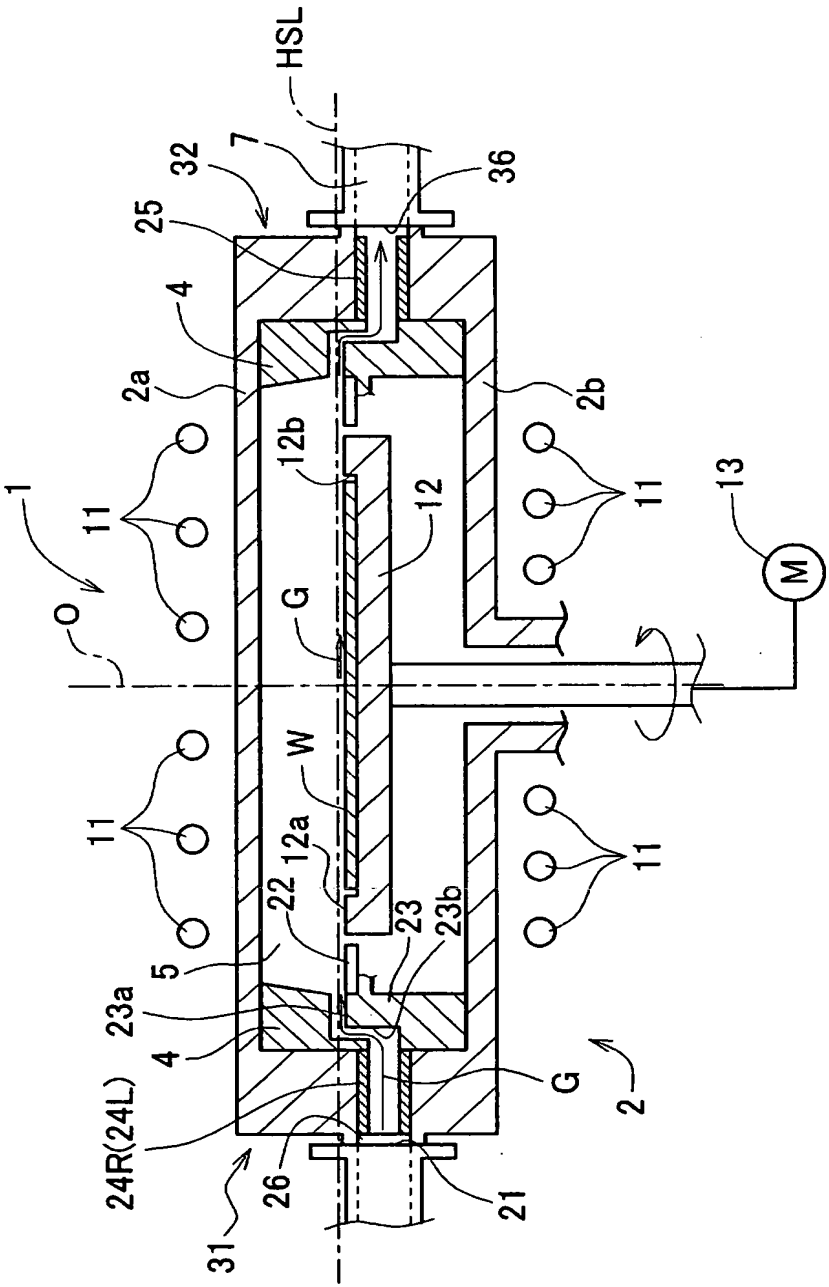
- [8] 前記反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保持する排気系を備えていることを特徴とする請求の範囲第1項ないし第7項のいずれか1項に記載の気相成長装置。

- [9] 請求の範囲第1項ないし第8項のいずれか1項に記載の気相成長装置の前記反応容器内に前記シリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に前記原料ガスを流通させて前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

- [10] 前記原料ガスとして、モノクロロシランガス、ジクロロシランガスおよびトリクロロシランガスのグループから選択される1種のものを使用し、前記反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保ちつつ、前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜

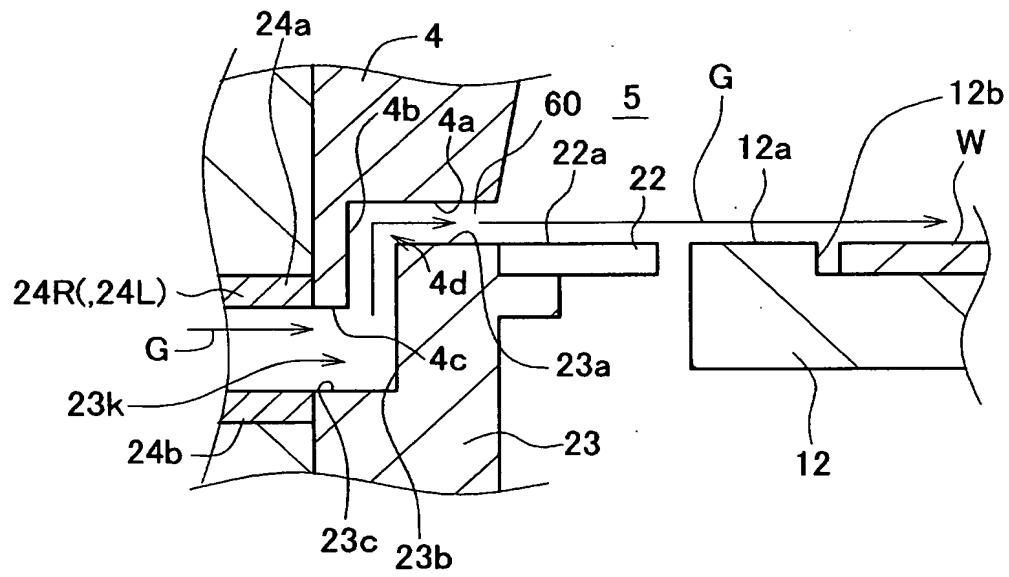
を気相エピタキシャル成長させることを特徴とする請求の範囲第9項に記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

[図1]



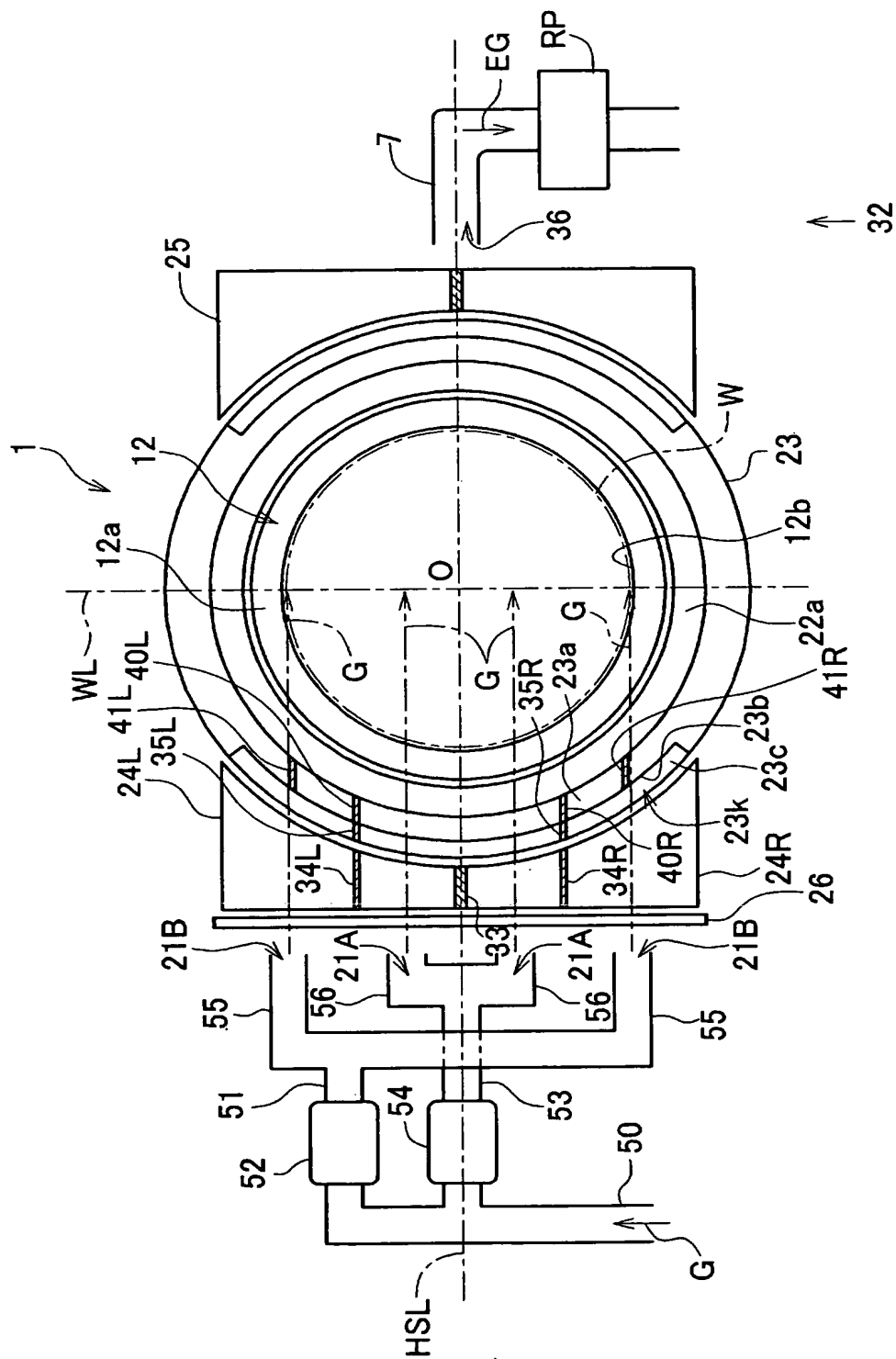
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図2]



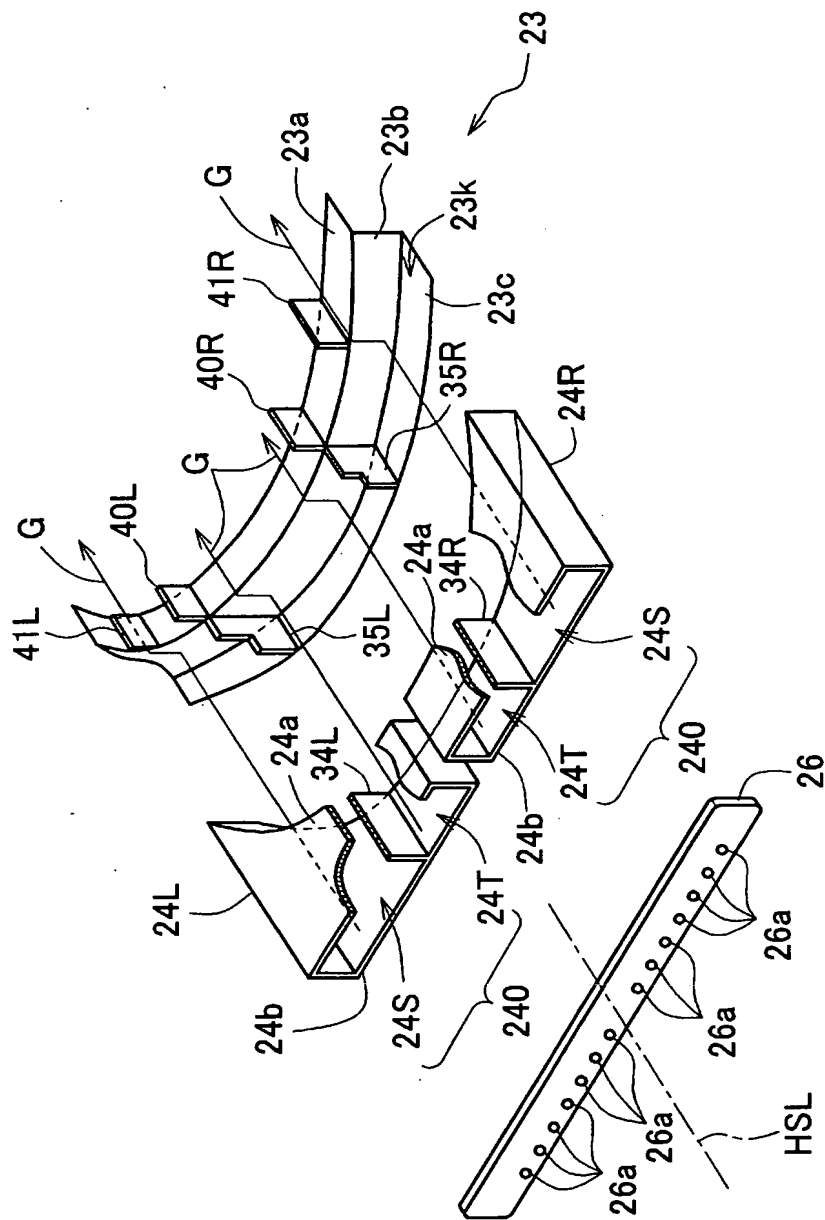
THIS PAGE BLANK (USPIC)

[図3]



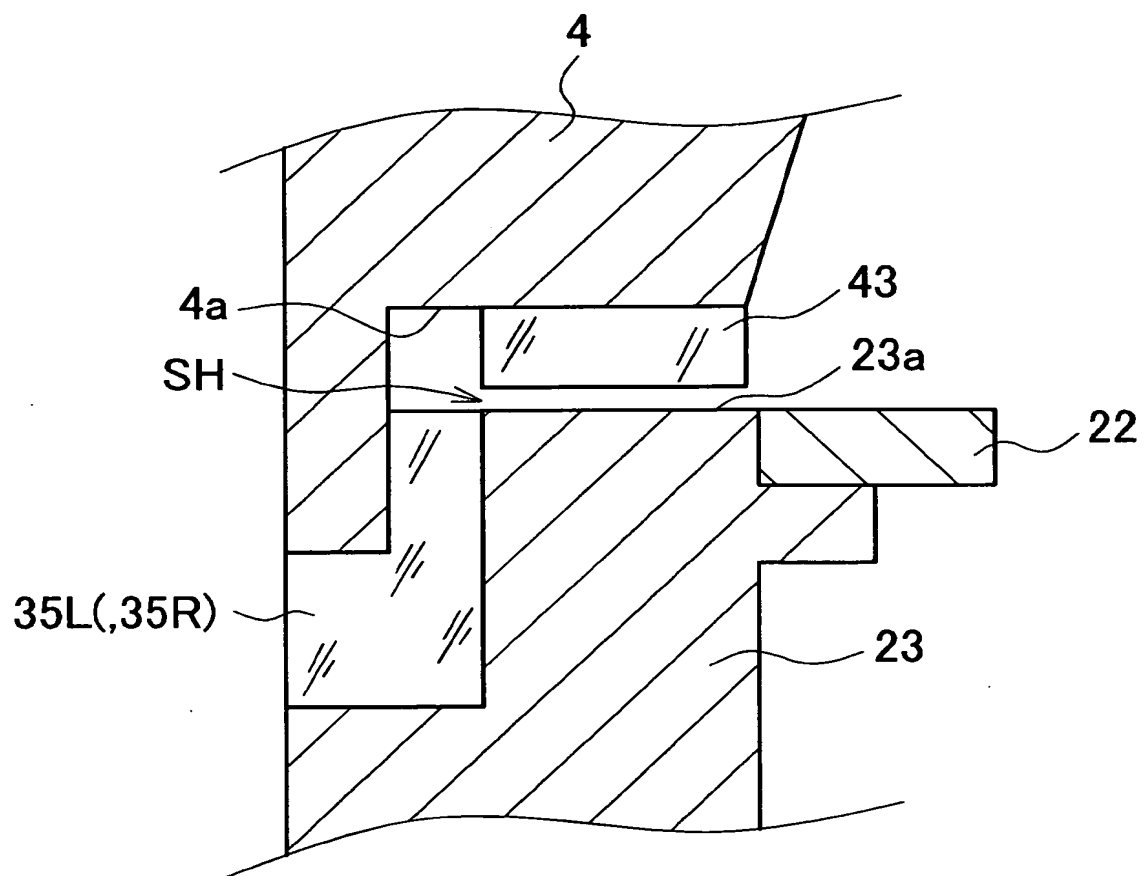
THIS PAGE BLANK (USF)

[図4]



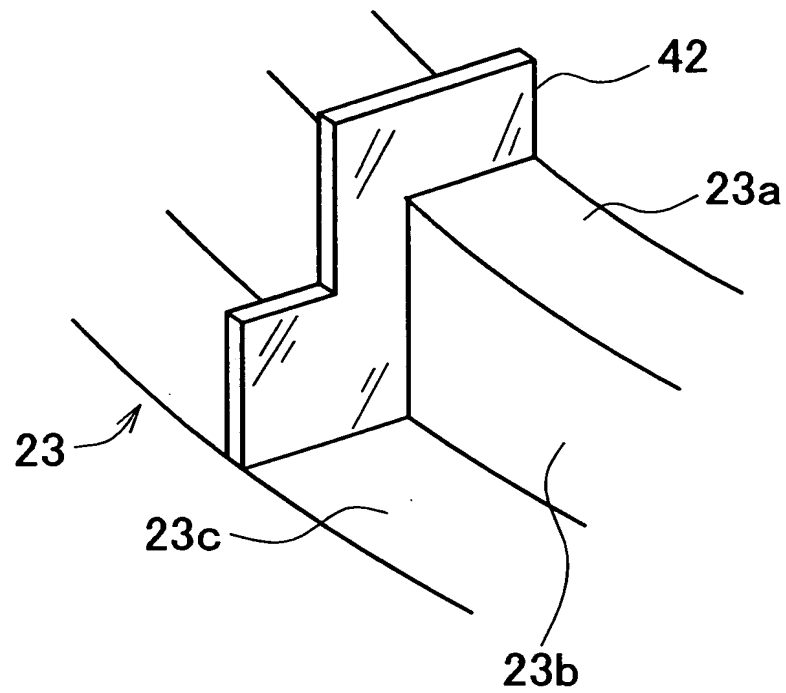
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図5]

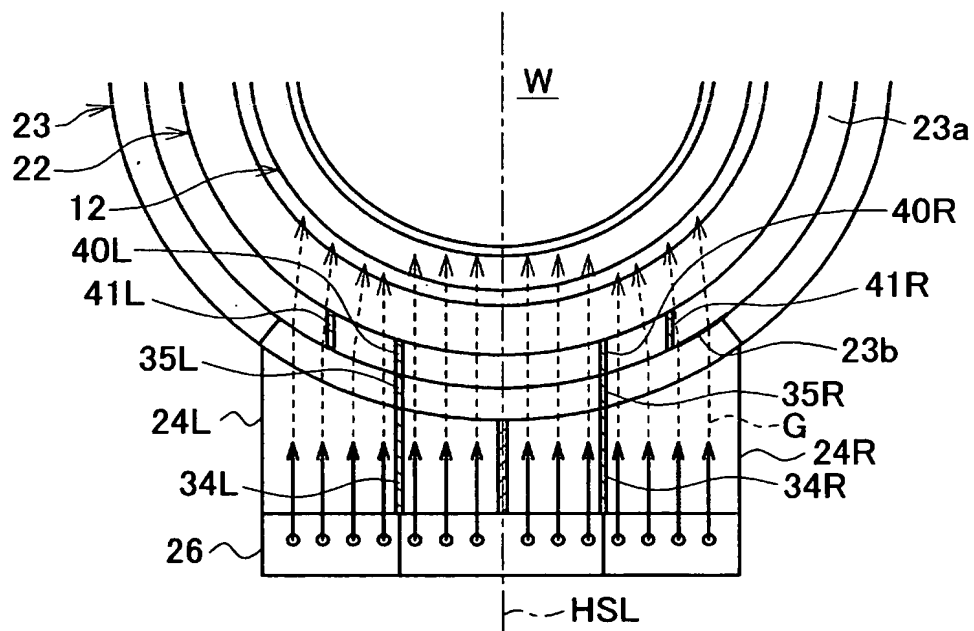


THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図6]

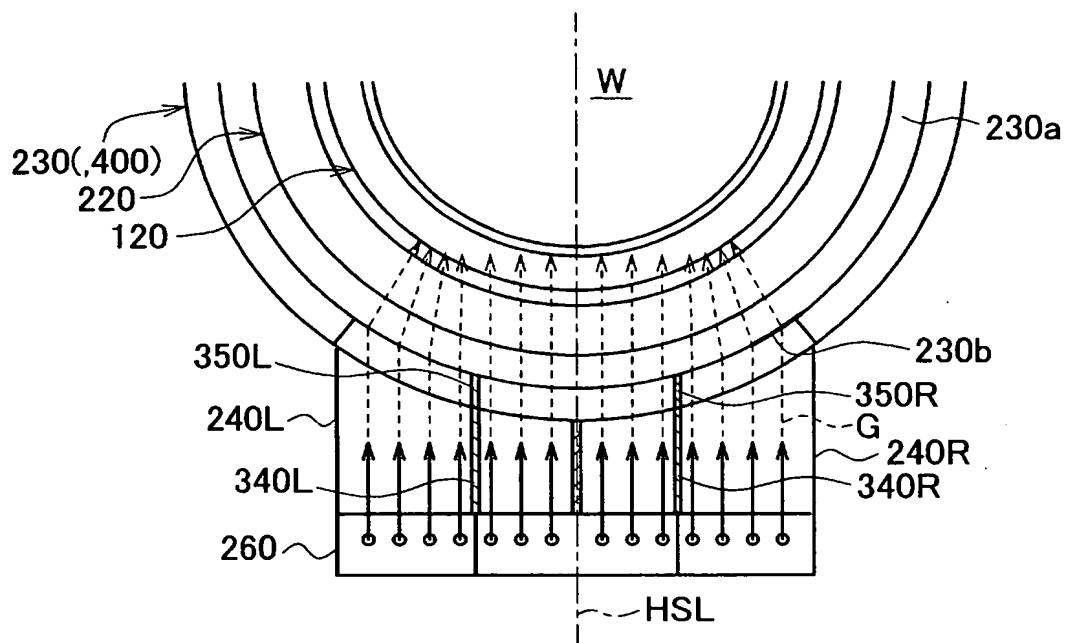


[図7]



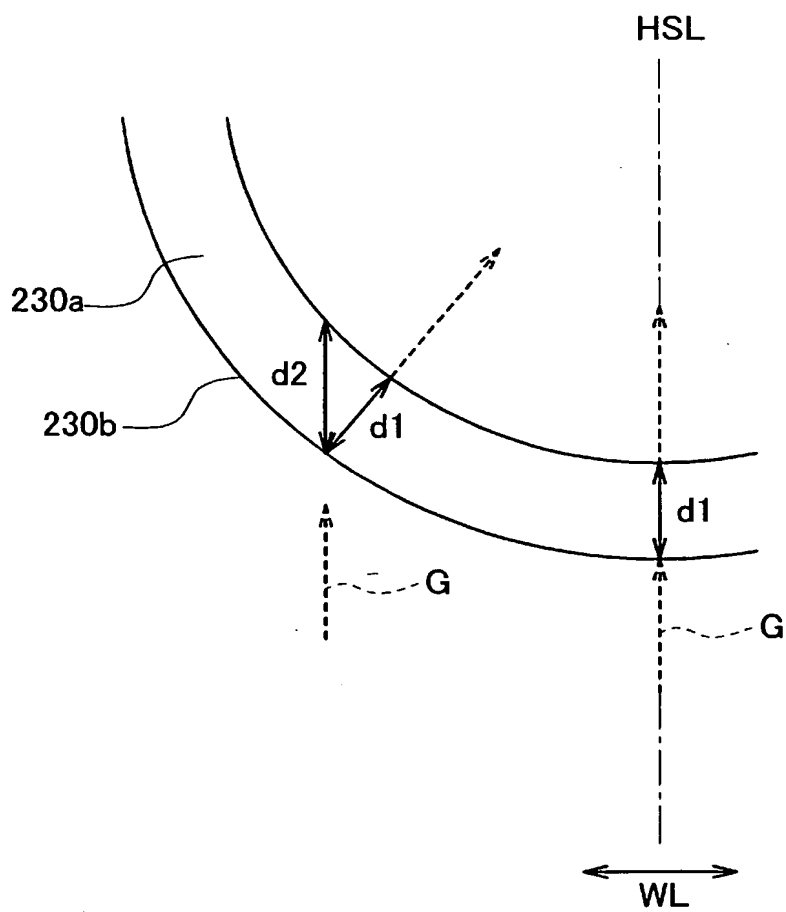
THIS PAGE BLANK (000 000)

[図8]



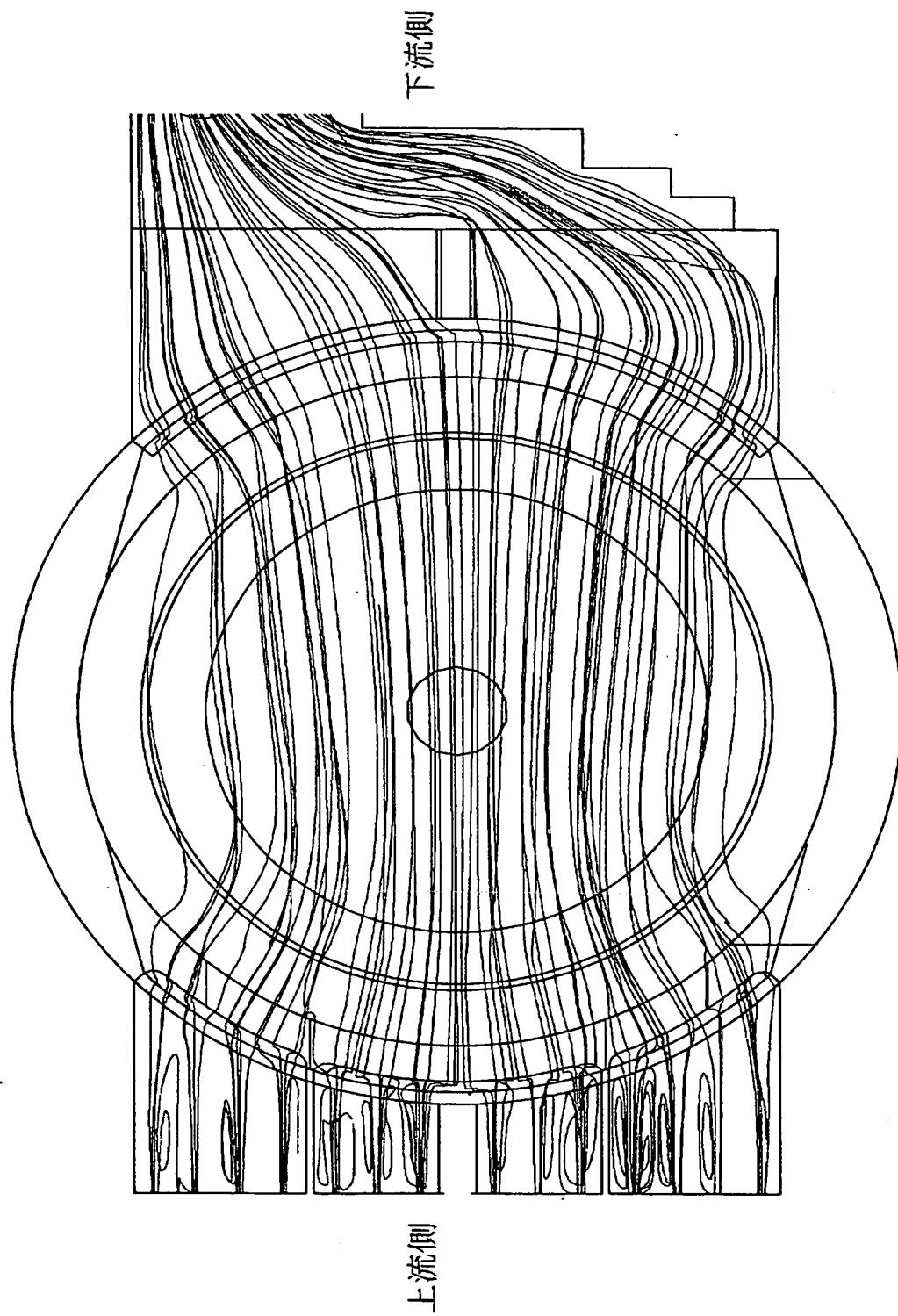
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図9]



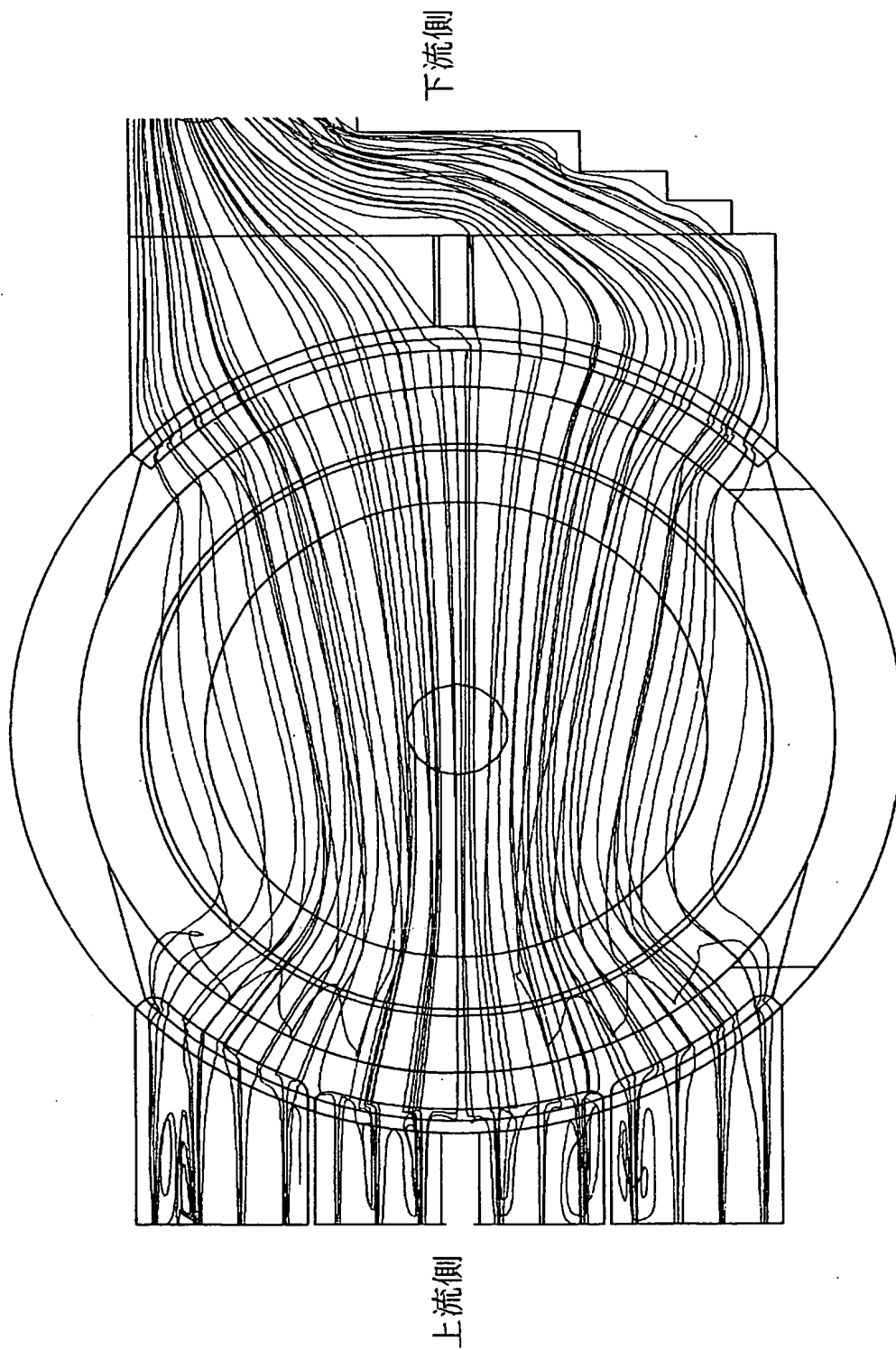
THIS PAGE BLANK (USP 10)

[図10A]



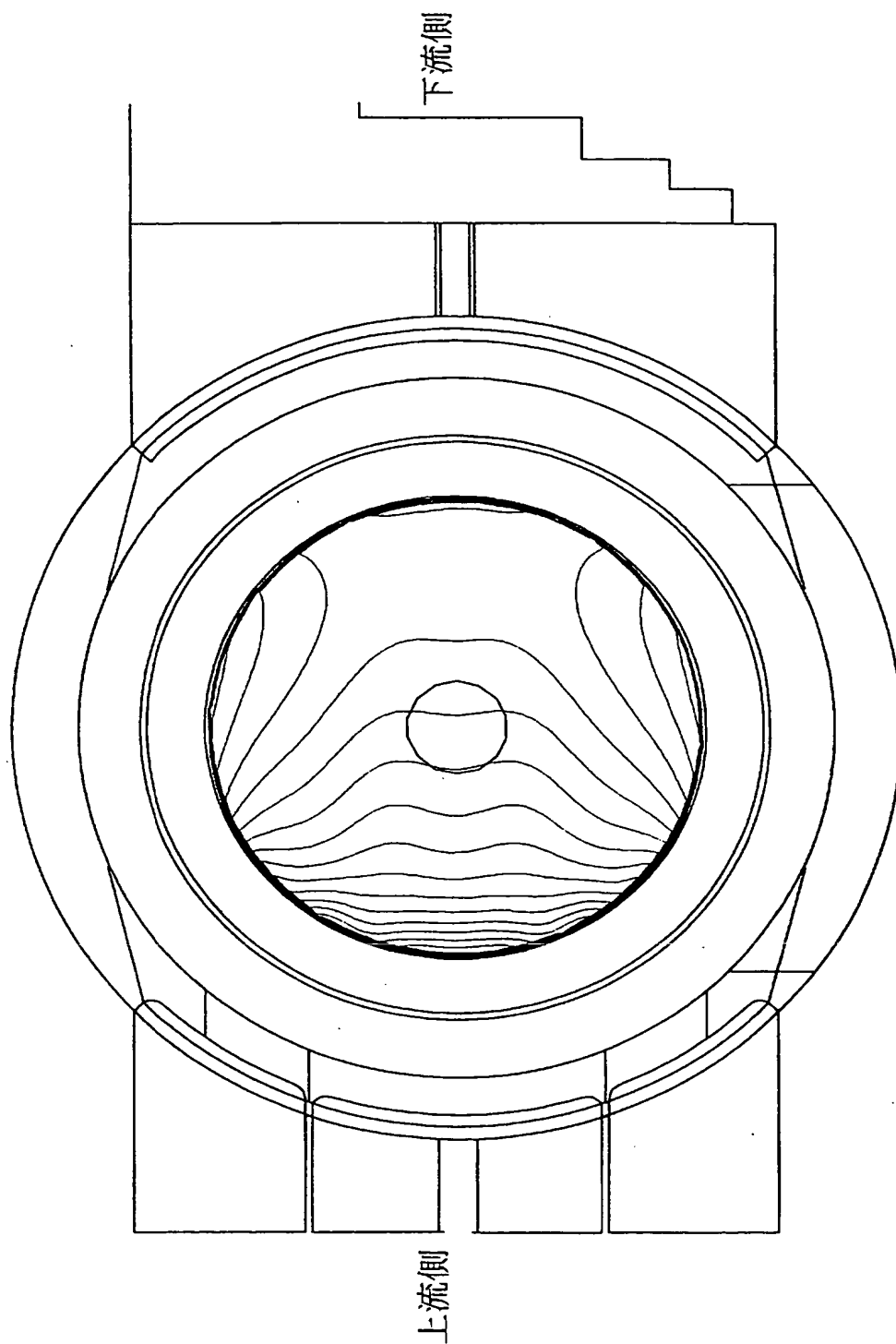
THIS PAGE BLANK 1977

[図10B]



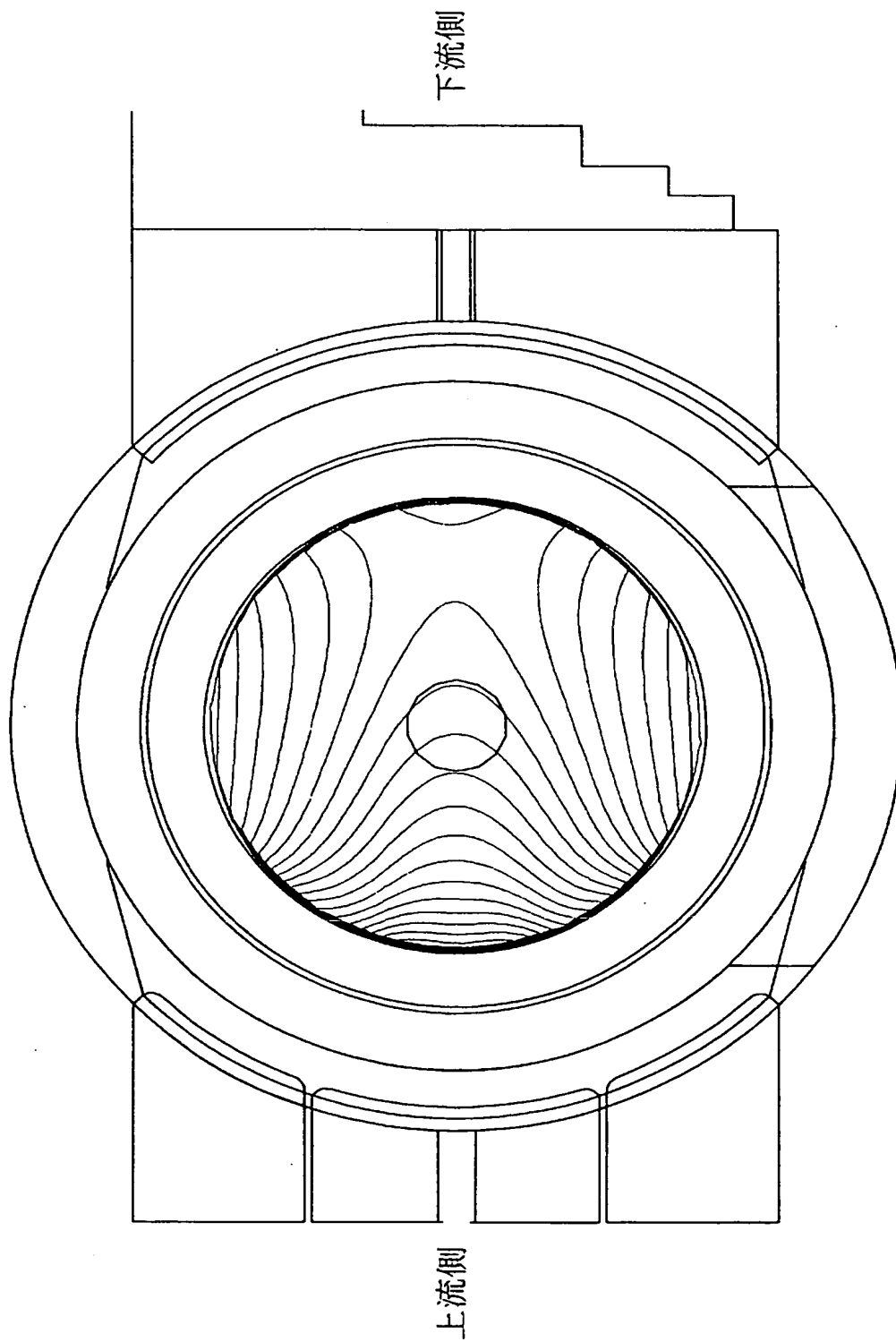
THIS PAGE BLANK (USPTO)

[図11A]



THIS PAGE BLANK (USP 10)

[図11B]



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017192

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L21/205

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-331939 A (Applied Materials, Inc.), 30 November, 2000 (30.11.00), Par Nos. [0002], [0003], [0012] to [0022]; Figs. 1, 2, 3 & WO 2000/070662 A1 & TW 457559 A	1-10
X	JP 2001-44125 A (Applied Materials, Inc.), 16 February, 2001 (16.02.01), Par Nos. [0013] to [0024]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-4, 8-10
A	JP 2003-168650 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 13 June, 2003 (13.06.03), Par Nos. [0012] to [0035] (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
01 February, 2005 (01.02.05)

Date of mailing of the international search report
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017192

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-86524 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 20 March, 2003 (20.03.03), Par Nos. [0015], [0040] (Family: none)	1-10
A	JP 2003-203866 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Par Nos. [0012] to [0036] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H01L 21/205

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 H01L 21/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-331939 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2000.11.30 【0002】 【0003】 【0012】 - 【0022】 【図1】 【図2】 【図3】 & WO 2000/070662 A1 & TW 457559 A	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.02.2005

国際調査報告の発送日

15.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也

4R

9169

電話番号 03-3581-1101 内線 3469



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2001-44125 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2001.02.16 【0013】-【0024】【図1】【図2】 (ファミリーなし)	1-4, 8-10
A	J P 2003-168650 A (信越半導体株式会社) 2003.06.13 【0012】-【0035】 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 2003-86524 A (信越半導体株式会社) 2003.03.20 【0015】【0040】 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 2003-203866 A (信越半導体株式会社) 2003.07.18 【0012】-【0036】 (ファミリーなし)	1-10